

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# ⑯ Patentschrift ⑩ DE 4110116 C2

⑮ Int. Cl. 6:  
E 04 B 1/76  
C 09 K 5/02  
E 04 D 13/18

⑯ Aktenzeichen: P 4110116.2-25  
⑯ Anmeldetag: 27. 3. 91  
⑯ Offenlegungstag: 1. 10. 92  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 6. 96

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Thermodach Dachtechnik GmbH, 95679 Waldershof,  
DE

⑯ Vertreter:

Schroeter Fleuchaus Lehmann & Gallo, 81479  
München

⑯ Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

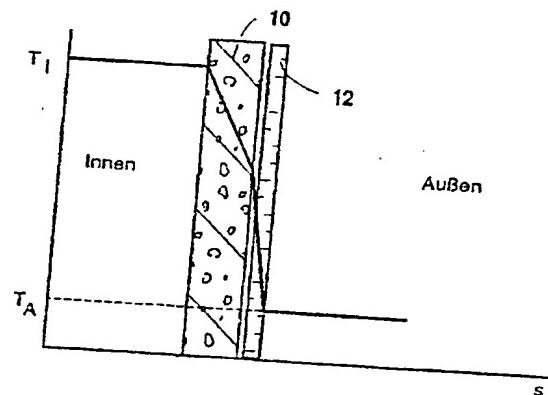
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

|       |              |
|-------|--------------|
| DE    | 28 34 810 A1 |
| DE-OS | 23 30 723    |
| DE-OS | 22 45 153    |
| DE-OS | 22 08 712    |
| WO    | 87 00 559    |

Betriebserfahrungen mit einer Latentwärmespeicher-Fußbodenheizung v. Bajnóczy u. Zöld  
HLH 34(1983) Nr. 7, Juli, S. 289-293;

⑯ Energiespeichernde Wärmedämmplatte

⑯ Energiespeichernde Wärmedämmplatte für ein auf Dachlatten verlegtes Unterdach, wobei zusätzlich zu den wärmeisolierenden Dämmplatten Latentspeicherelemente in die Wärmedämmplatten eingebettet sind, dadurch gekennzeichnet, daß in der zwischen Dachlatten (22) verlegten Wärmedämmplatte (30, 51) Aussparungen (34, 36) vorhanden sind, in welche die Latentspeicherelemente (40, 44) eingelegt sind, und daß die Gehäuse der Latentspeicherelemente (40, 44) aus elastischem Material bestehen, die zur Versteifung an der Oberseite und/oder an der Unterseite wellenförmig ausge-



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft energiespeichernde Wärmedämmplatten nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Die dramatische Erhöhung der Ölpreise während der Ölkrise hat die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit stark auf Energiekosten gelenkt. Zusätzlich führt das gestiegene Umweltbewußtsein in den letzten Jahren dazu, daß vermehrt das Verbrennen von fossilen Brennstoffen vermieden werden soll, um die Erdatmosphäre von weiteren Belastungen freizuhalten. Daraus ergibt sich ein verstärkter Einsatz von Wärmedämmmethoden, um möglichst wenig Wärme aus einem geheizten Raum an die Umgebung abzuführen.

Wärmedämmung wird üblicherweise durch Schichten von Wärmedämmmaterialien zwischen dem Mauerwerk oder an dem Mauerwerk bewirkt. Solche Wärmedämmaterialien können z. B. Glaswolle oder Styropor bzw. andere geschäumte Dämmmaterialien sein. Die Dicke der Schicht und der Wärmeleitwert bestimmen die Wärmemenge, die nach außen abfließen kann.

Mit der Dicke der Wärmedämmsschicht sinkt der abgeführte Wärmestrom. Eine möglichst große Dicke ist also erwünscht. Dies ist aber nicht unbegrenzt möglich. Sehr dicke Wärmedämmsschichten würden unnötig Raum wegnehmen. Außerdem ist dies aus Kostengründen und wegen der umweltbelastenden chemischen Prozesse bei der Herstellung geschäumter Dämmmaterialien nicht möglich.

Für die herkömmliche Technik der Wärmedämmung ist somit eine Grenze durch die Dicke von Isoliermaterialien gegeben. Bei Überschreiten dieser Grenze würden die daraus resultierenden Probleme größer als der Nutzen durch weniger Energieverbrauch sein.

Energiespeichernde Wärmedämmungen sind durch die WO 87/00 569 für Fassadenverkleidungen bekannt, wobei der Latentspeicher und die Wärmedämmung sowohl in Form separater Elemente als auch in Form mit einander verbundener Elemente vor einer Hauswand angebracht werden. Die Elemente sind entweder als Ganzes oder es sind nur die wärmeisolierenden Teile schwenkbar, um das Gebäude vor Wärmeverlusten oder auch vor einer unerwünschten Sonneneinstrahlung zu schützen und um den energiesparenden Effekt zu verbessern.

Durch die DE-OS 22 08 712 ist ein Latentspeicherelement bekannt, bei welchem Salhydrate oder eutektische Mischungen davon Verwendung finden, wobei durch entsprechende Auswahl der Speichermassen Kristallisationstemperaturen zwischen 10°C und 40°C einstellbar sind. Die Anordnung nach der DE-OS 22 08 712 kann zwar den Wärmedurchgang beeinflussen, geht aber bezüglich der Aufgabenstellung nicht von einem Unterdach sondern von einer optisch durchlässigen Wandung einer Traglufthalle aus, deren Wärmedämmung verbessert werden soll. Unter diesem Aspekt wird die Latentspeichermasse in Folienschläuche unmittelbar hinter der lichtdurchlässigen Wandung angebracht. Eine solche Anordnung ist für die Verwendung im Dachbereich nicht geeignet, da eine Beschädigung der Behältnisse im Dachbereich nicht in Kauf genommen werden kann.

Durch die DE-OS 22 45 153 sind ebenfalls Metallsalzhydrate als Speichermassen bekannt, wobei diese in großflächigen, aus Metallblech aufgebauten Plattenelementen untergebracht sind. Diese Plattenelemente bestehen aus einer wärmeaufnehmenden Senke und einer wärmeabgebenden Quelle in Form großflächigen Ele-

mente, welche zum Wärmeaustausch mit Rohrleitungen für das Trägermedium untereinander verbunden sind. Ein derartiger Dachaufbau ist äußerst kompliziert und kostenintensiv und daher für den Masseneinsatz nicht geeignet.

Auch durch die DE-OS 23 30 723 ist ein Latentspeicherelement bekannt, bei dem verschiedene Latentspeichermassen in der Reihenfolge ihrer Schmelzpunkte hintereinanderliegend in verschiedenen Kammern angeordnet sind. Dabei sollen die Elemente zur Unterbrechung der Kondensatförderung in Kombinations-Wärmeleichrichterplatten sowohl für die Raumheizung als die Raumkühlung dienen. Der beschriebene Aufbau ist ebenfalls äußerst kompliziert und in der Herstellung sehr teuer, so daß er nur für Spezialzwecke einsetzbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine energiespeichernde Wärmedämmplatte zu schaffen, die für die Verlegung als Unterdach auf Dachlatten geeignet ist und zusätzlich zu den wärmeisolierenden Schichten einen Latentspeicher umfassen soll. Derartige Elemente sollen für Neuerstellung und Sanierung geeignet sowie verhältnismäßig preiswert herzustellen sein und im Einbau an die Handwerker keine Spezialanforderungen stellen.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch energiespeichernde Wärmedämmplatten nach dem Anspruch 1 oder 2 gelöst.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Ein mit derartigen Elementen aufgebautes Unterdach kann während des Tages Wärme aufnehmen und während der Nacht Wärme abgeben. Da die Latentspeicher- elemente außerhalb der Isolierung angebracht sind, herrscht auf der Außenseite der Wärmedämmsschicht eine höhere Temperatur als bei Wärmedämmplatten ohne einen derartigen Latentspeicher. Da der Wärmefluß proportional zur Temperaturdifferenz ist, bedeutet das, daß durch die Anhebung der Außentemperatur der Abfluß der Wärme durch die wärmepeichernden Materialien vom Innenraum zum Außenraum reduziert wird.

Als Latentspeichermassen kommen Materialien in Betracht, die bei den üblichen Außentemperaturen Wärme speichern und bei den kühleren Außentemperaturen durch den Phasenübergang Wärme abgeben. Die dabei abgegebene Energie wird als Schmelzwärme bezeichnet und liegt üblicherweise in der Größenordnung von mehreren 100 Joule/g. Der Latentspeicher hat den Vorteil, daß er längere Zeit, nämlich so lange, wie der Energiestrom für eine Phasenumwandlung ausreicht, dieselbe Temperatur, nämlich die Schmelzpunktstemperatur, aufrechterhält.

Für Latentspeichermassen im üblichen Temperaturbereich können Salhydrate oder eutektische Mischungen von diesen benutzt werden. Besonders Calciumchlorid oder Natriumsulfat sind in diesem Zusammenhang interessant, die Schmelzpunkte im Bereich von 30°C haben. Ein anderes Latentspeichermaterial ist Wasser, das am Gefrierpunkt 0°C eine Schmelzwärme von 333 Joule/g aufweist. Man ersieht aus diesen Beispielen, daß eine Großzahl von Latentspeichermaterialien verwendbar ist, je nachdem, bei welcher Temperatur man den Latentspeicher betreiben will. Für Gegenen, bei denen die Temperatur sehr stark schwankt, wird man mehrere Schichten verschiedener Latentspeichermaterialien nehmen, wobei nach Jahreszeit jeweils ein anderer Latentspeicher der Schichtfolge aktiv ist. Die Energieströmung wird dann vorteilhaft verrin-

gert, wenn die Speichermedien in Reihenfolge ihrer Schmelztemperatur angeordnet sind, wobei das Medium mit der niedrigsten Schmelztemperatur an der Außenseite zu liegen kommt. So läßt sich für verschiedene unterschiedliche Bedingungen jeweils optimales Speicherverhalten erzielen.

Essigsäure ist ein mögliches Latentspeichermaterial für die erfundungsgemäße Anwendung, da ihr Schmelzpunkt bei  $16,6^{\circ}\text{C}$  liegt. Diese Substanz hat außerdem die Eigenschaft, daß man den Schmelzpunkt durch Zusatz von wenig Wasser beliebig senken kann. So ist bei 99%iger Essigsäure der Schmelzpunkt  $14,7^{\circ}\text{C}$  und bei 98%iger geht er auf  $13,2^{\circ}\text{C}$ . Die Essigsäure ist mit Wasser, Alkohol, Äther, Tetrachlormethan, Chloroform, Glyzerin und ätherischen Ölen in jedem Verhältnis mischbar, so daß man je nach Anwendung Mischungen nach Bedarf herstellen kann. Die Herstellungsmethode von Essigsäure mit Hilfe von Essigbakterien ist ein rein biologisches Verfahren, so daß man nicht erwarten kann, daß die Herstellung eines Latentspeichers mit Essigsäure als wesentlicher Bestandteil die Umwelt wesentlich nachteilig beeinflußt. Problematisch ist, daß die Essigsäure Kalk und verschiedene Metalle löst, jedoch ist Aluminium sehr widerstandsfähig und es wäre möglich, einen Latentspeicher aufzubauen, der im wesentlichen ein Aluminiumtank ist, in dem sich Essigsäure oder eine verdünnte Essigsäure befindet. Anstelle von Aluminium ist auch die Verwendung von speziellen Kunststoffen vorgesehen.

Wie wirksam ein derartiger Latentspeicher ist, läßt sich direkt aus folgender Abschätzung ersehen. Bei 1 cm Glaswolle und einer Temperaturdifferenz von  $20^{\circ}\text{C}$  und einer Zeit von 10 Std. gehen pro  $\text{m}^2$  600 Kilokalorien verloren. Bei einer Schmelzwärme von ungefähr 200 Joule/ $\text{cm}^3$  ist in einem 1 cm dicken Latentspeicher eine Energie von 470 Kilokalorien/ $\text{m}^2$  gespeichert. Das bedeutet, in einem Zentimeter Latentspeicherdicke ist bei der Schmelztemperatur mehr Energie gespeichert als bei 2 cm Glaswolle aus dem Raum abfließen. Die aus dem Raum abfließende Wärme kann also praktisch vollständig unterbunden werden. Wichtig ist dabei jedoch, daß die Schmelztemperatur innerhalb eines Temperaturbereichs liegt, der auch tagsüber an der Wand erreicht wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich auch aus den nachfolgenden Ausführungsbeispielen in Zusammenhang mit den Ansprüchen und der Zeichnung. Es zeigen

Fig. 1 den Temperaturverlauf bei einer Wärmedämmung nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 den Temperaturverlauf bei einer erfundungsgemäßen Wärmedämmung;

Fig. 3 eine Ausführungsform der Erfindung für eine Dacheindeckung;

Fig. 4 eine weitere erfundungsgemäße Ausführung für eine Dachisolierung;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Wandausführung für ein Latentspeicherelement.

Fig. 1 und 2 zeigen die Temperaturverläufe entlang einer Ortskoordinaten  $s$  zwischen einem Innenraum und einem Außenraum. Die Innentemperatur ist in den Diagrammen mit  $T_1$  und die Außentemperatur mit  $T_A$  gekennzeichnet.

Eine Betonwand 10 trennt Innenraum von Außenraum. Zur Wärmedämmung ist auf der Betonwand eine Isolierschicht 12 aufgebracht. Der gezeigte unterschiedliche Temperaturgradient kommt dadurch zustande, daß die Isolierschicht die Wärme schlechter leitet als die

Betonwand. Damit wird der Energieverlust verringert. In Fig. 1 ist auf der Isolierschicht 12 noch eine Speicherschicht 14 aufgebracht. Die Speicherschicht wird bei höheren Temperaturen z. B. tagsüber aufgeheizt, so daß sie sich auf der Temperatur  $T_S$  befindet. Dadurch liegt an der Kombination Betonwand 10 und Isolierschicht 12 eine kleinere Temperaturdifferenz an als in dem Beispiel von Fig. 1. Damit ist der Wärmestrom reduziert. Dafür gibt nun aber das Speicherelement 14 Energie an den Außenraum ab, was vor allem in Fig. 2 durch den hohen Temperatursprung  $T_S$  zu  $T_A$  deutlich wird. Deswegen ist es notwendig, daß die Speicherschicht eine hohe Wärmekapazität besitzt, um die Temperatur  $T_S$  möglichst lange auf einem hohen Wert halten zu können. Für diese Anwendung bieten sich Latentspeicher an, die den Vorteil haben, eine Energieänderung über einen Phasenübergang aufnehmen zu können. Üblicherweise wird ein Phasenübergang flüssig-fest benutzt und die Temperatur  $T_S$  ist die Schmelztemperatur. Die Schmelztemperatur ist im wesentlichen durch die verwendete Substanz bestimmt. So hat Wasser einen Schmelzpunkt bei  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  bei  $29,2^{\circ}\text{C}$  und  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$  bei  $32,4^{\circ}\text{C}$ . Andere Schmelztemperaturen kann man durch Mischungen erzielen, dabei sind speziell eutektische Mischungen von Interesse.

Für die in mittleren Breiten vorherrschenden Temperaturen ist u. a. auch Essigsäure möglich. Die bei unterschiedlichen Wassergehalten für unterschiedliche Schmelzpunkte zwischen  $0^{\circ}\text{C}$  und  $16,4^{\circ}\text{C}$  einstellbar ist. Nachteilig für Essigsäure ist allerdings, daß es die meisten Substanzen angreift. Sie läßt sich jedoch in speziellen Kunststoffbehältern, aber auch in Aluminiumbehältern aufbewahren. Bei solchen Latentspeichern ist vor allem zu beachten, daß bei dem Phasenübergang von flüssig nach fest und umgekehrt eine Volumenänderung stattfindet. Man muß daher einen Freiraum lassen, damit der dadurch entstehende Volumen- und Druckunterschied ausgeglichen wird.

Eine Ausführung der Erfindung ist in Fig. 3 gezeigt, bei der Wärmedämmelemente 30 benutzt werden, deren Form sich vorteilhaft für eine Wärmedämmung bei Dächern erwiesen hat. Dachlatten 22 sind hierbei auf Dachsparren 20 aufgenagelt. Darüber liegen die Wärmedämmplatten 30 auf. Diese Elemente sind so geformt, daß sie sich an den Latten 22 abstützen und einander überlappen, um so eine lückenlose deckende Schicht zu bilden. In den Aussparungen 32 sind die Dacheindeckungsplatten 24 abgehängt. Die Erfindung ist hier durch eine besondere Ausgestaltung der Wärmedämmplatten 30 verwirklicht. In den Elementen 30 sind erfundungsgemäß Aussparungen 34 und 36 vorgesehen, in die Latentspeicherelemente 40 und 44 eingesetzt sind. Es ist möglich, Elemente mit vorgefertigten Aussparungen 32 und 34 nachträglich mit Latentspeicher auszurüsten. Es bietet sich aber an, Wärmedämmplatten 30 mit schon integrierten Latentspeichern 40 und 44 in den Handel zu bringen.

Wie die erfundungsgemäße Abdeckung bei schon vorhandenen Dächern erreicht werden kann, ist in dem Beispiel gemäß Fig. 4 gezeigt.

Der in Fig. 4 gezeigte Aufbau gestattet einen nachträglichen Einbau von Latentspeicherelementen in einen schon vorhandenen Dachaufbau. Bei dem Aufbau gemäß Fig. 4 sind wieder Dachlatten 22 auf einem Sparren 20 vorgesehen. Die Wärmedämmung wird durch Styroporelemente 51 bewerkstelligt, die durch gegenseitiges Überlappen eine geschlossene Styroporschicht bilden, an den Dachlatten eingehängt sind und Ausspa-

rungen 53 aufweisen, in welche die Dacheindeckungsplatten 24 eingehängt werden. Als Latentspeicher sind hier Latentspeicherelemente 60 vorgesehen, die eine Nase 62 oder einen dünnen, nach unten vorstehenden Fortsatz aufweisen. Die Nasen sind zusätzlich in den Aussparungen 53 der Wärmedämmplatte 51 eingehängt und auf diese Art und Weise sicher befestigt.

In allen vorgenannten Beispielen können sich die Latentspeicherelemente tagsüber mit Energie füllen. Die Wärmeaufnahme geschieht dort im wesentlichen durch die Umgebungstemperatur. Diese kann bei sonnigen Wintertagen, wenn die Sonne direkt auf die Dacheindeckungsplatten 24 scheint, sehr hoch sein, so daß sich eine starke Reduzierung des Wärmeverlustes ergibt. In der Nacht gibt der Speicher die Energie wieder an die Umgebung ab, wodurch an der Außenseite der Isolierschicht eine höhere Temperatur wirksam ist als die Außentemperatur entspricht. Da der Wärmefluß abhängig von der Temperaturdifferenz ist, ergibt sich nur ein geringerer Wärmeverlust aus dem Innern des Gebäudes.

Die Latentspeicher sind auch in Sommerzeiten vorteilhaft, da sie so lange die Außentemperatur auf der Schmelztemperatur halten, bis die Latentwärmespeicher ihre Energie voll aufgenommen haben. So lange wirken sie auch als Kühlelemente unter den Dacheindeckungsplatten. Auf diese Art und Weise gleichen die Latentspeicher große Temperaturdifferenzen über den Tag aus.

Die vorher erwähnten Latentspeicherelemente können einfache Elemente sein, die in einem Innenraum das Latentspeichermedium, z. B. Essigsäure, enthalten. Wichtig ist bei der vorzuhaltenden Behälterform jedoch, daß sich Druckunterschiede leicht ausgleichen lassen. Druckunterschiede entstehen vor allem dadurch, daß bei der Änderung des Aggregatzustandes eine Volumenänderung stattfindet. Dies kann man einmal dadurch berücksichtigen, daß man Hohlräume freiläßt, die den Druck teilweise kompensieren oder aber flexible Kunststoffmaterialien benutzt, wie bei den bekannten Kühlakkus, die sich mit der Volumenexpansion zusammen vergrößern. Um eine stabile Lage der Dacheindeckungsplatten 24 gewährleisten zu können, darf die Volumenexpansion des Gesamtelements aber nicht zu groß sein.

In Fig. 5 ist schematisch und nicht maßstäblich gezeigt, wie derartige Forderungen erfüllt werden können. Ausschnitte der Oberseite 72 eines Latentspeichers und der Unterseite 73 sind schematisch dargestellt. Zwischen beiden Seiten befindet sich das Latentspeichermedium 70. Oberseite 72 und 73 können aus einem elastischen Material bestehen, welches eine Volumenänderung auffangen kann. Die Versteifung der Elemente wird durch eine wellenförmige Ausführung der Oberseite 72 und der Unterseite 73 gewährleistet. Dadurch, daß die Oberseite 72 und die Unterseite 73 in aufeinander senkrechten Richtungen gewellt ausgeführt sind, ergibt sich eine Versteifung in zwei Richtungen.

Die Ausführungsform von Latentspeicherelementen, wie sie in Zusammenhang mit Fig. 5 beschrieben wurde, hat zusätzlich den Vorteil, daß die Unterseite 73 nur in einigen Punkten auf der Wärmedämmenschicht aufliegt, so daß eine gute Belüftung zwischen Isolierschicht und Speicherschicht gewährleistet wird und eventuell eindringende Feuchtigkeit das Dach nicht beschädigen kann.

Eine erfundengemäße Wärmedämmung hat den Vorteil, Energie zu sparen und außerdem durch Verringerung des benötigten Isoliermaterials insbesondere

umweltfreundlich zu wirken. Die oben genannten Ausführungsbeispiele zeigen anhand von Dachaufbauten, wie die erforderliche Idee verwirklicht werden kann. Sie läßt sich vom Fachmann leicht auf andere Anwendungen übertragen.

#### Patentansprüche

1. Energiespeichernde Wärmedämmplatte für ein auf Dachlatten verlegtes Unterdach, wobei zusätzlich zu den wärmeisolierenden Dämmplatten Latentspeicherelemente in die Wärmedämmplatten eingebettet sind, dadurch gekennzeichnet, daß in der zwischen Dachlatten (22) verlegten Wärmedämmplatte (30, 51) Aussparungen (34, 36) vorhanden sind, in welche die Latentspeicherelemente (40, 44) eingelegt sind, und daß die Gehäuse der Latentspeicherelemente (40, 44) aus elastischem Material bestehen, die zur Versteifung an der Oberseite und/oder an der Unterseite wellenförmig ausgebildet sind.
2. Energiespeichernde Wärmedämmplatte für ein auf Dachlatten verlegtes Unterdach, wobei zusätzlich zu den wärmeisolierenden Dämmplatten Latentspeicherelemente an der Außenseite der Wärmedämmplatten angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Dachlatten (22) Latentspeicherelemente (60) auf die Wärmedämmplatten (51) aufgelegt und in Aussparungen (53) für Dacheindeckungsplatten (24) eingehängt sind.
3. Energiespeichernde Wärmedämmplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung des Wellenverlaufs an der Oberseite und der Unterseite verschieden und vorzugsweise senkrecht zueinander ausgerichtet ist.
4. Energiespeichernde Wärmedämmplatte nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet daß das Latentspeicherelement verschiedene Kamern mit verschiedenen Wärmespeichermedien enthält, die in Reihenfolge der Schmelzpunkte hintereinanderliegen, wobei das Material mit dem niedrigeren Schmelzpunkt zur kälteren Wandseite zeigt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

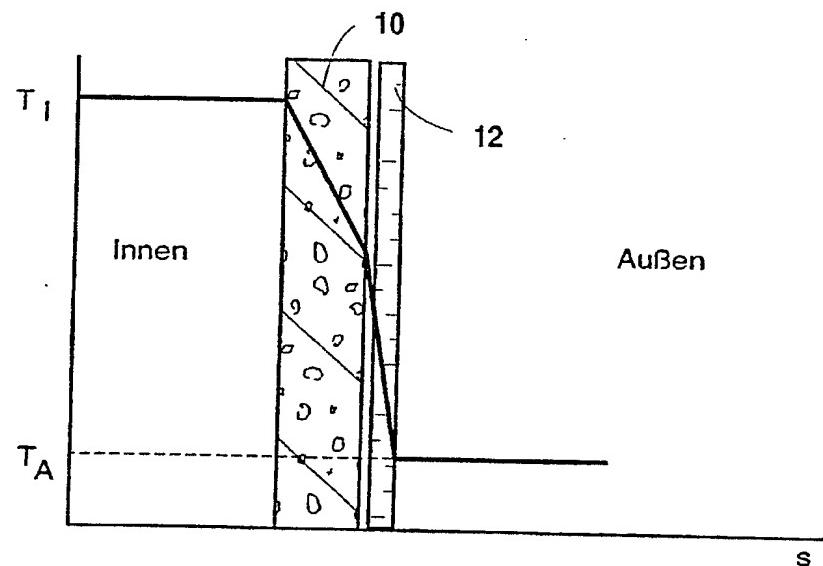


Fig. 1

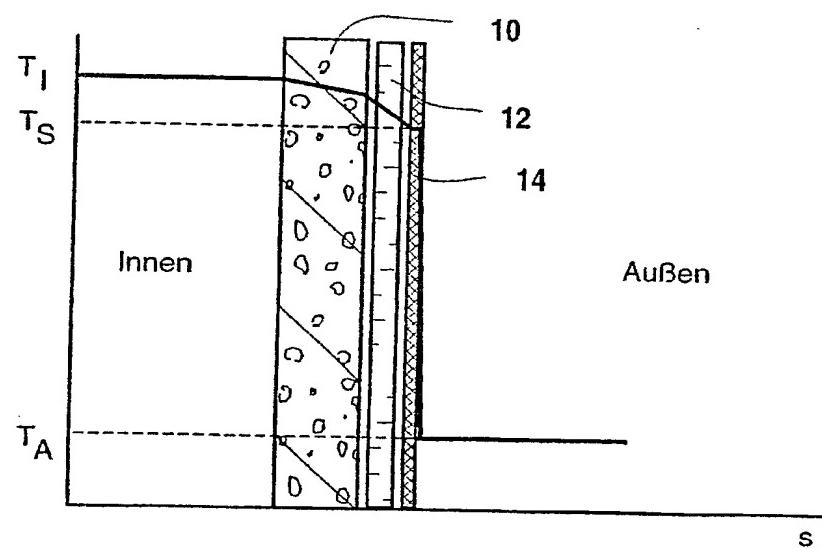


Fig. 2

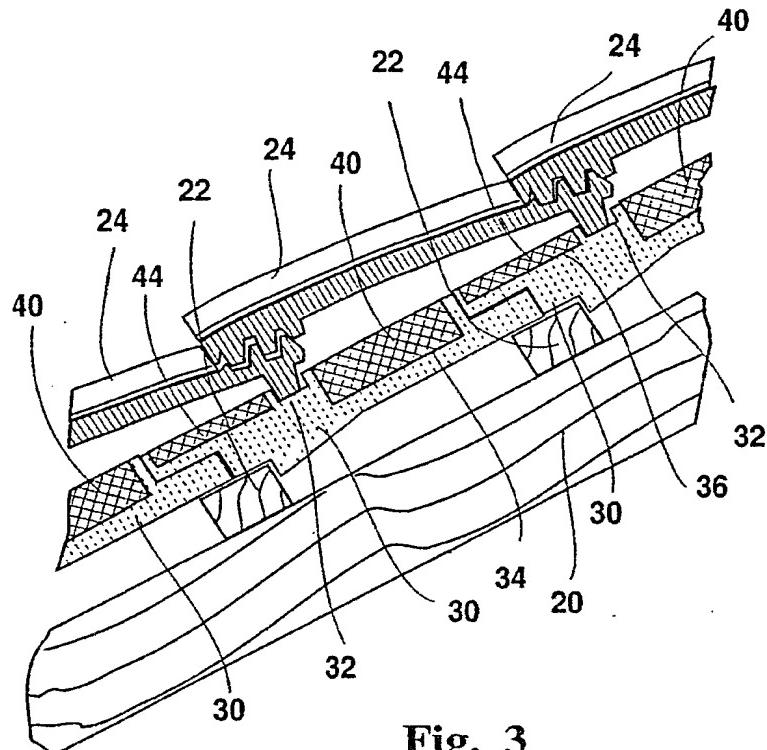


Fig. 3

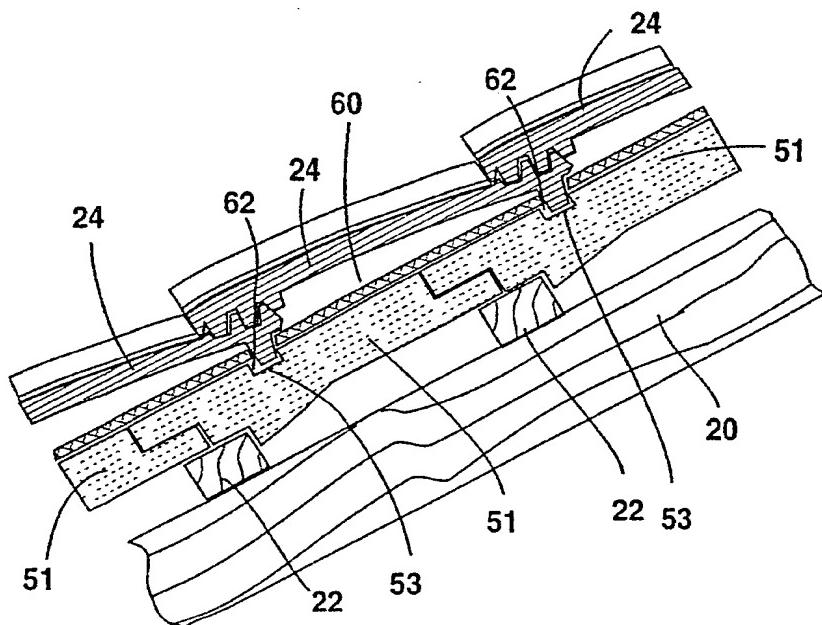


Fig. 4

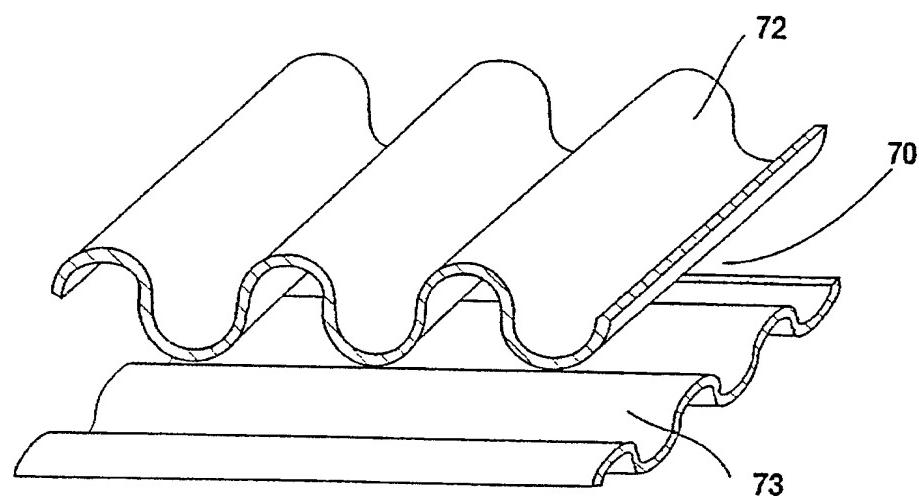


Fig. 5